

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 233 249 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
21.08.2002 Patentblatt 2002/34

(51) Int Cl.7: G01C 19/56, G01P 9/04

(21) Anmeldenummer: 01125719.3

(22) Anmeldetag: 27.10.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH  
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:  
• Mohaupt, Jens  
72124 Pliezhausen (DE)  
• Bauer, Wolfram  
72074 Tübingen (DE)

(30) Priorität: 17.02.2001 DE 10107547

### (54) Verfahren und Vorrichtung zur Synchrondemodulation mehrfach modulierter Signale

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Synchrondemodulation des mehrfach modulierten Drehratensignals eines Drehratensensors (2), der ein Feder-Masse-System, das mit seiner Eigenresonanzfrequenz ( $f_z$ ) oszilliert, und mindestens einen Kondensator zur Ermittlung eines auf das Feder-Masse-System einwirkenden Coriolis-Effekts bzw. einer Drehrate aufweist, wobei die Drehrate mittels einer durch die Drehrate hervorgerufenen zeitlich variablen Kapazitätsänderung des mindestens einen Kondensators durch die mehrfache Demodulation eines mehrfach modulierten elektrischen Signals ermittelt

wird, das ein zeitlich variables erstes elektrisches Signal ( $f_{HF}$ ) und ein diesem überlagertes zweites elektrisches Signal mit der Eigenresonanzfrequenz ( $f_z$ ) des Drehratensensors (2) aufweist, wobei die Amplitude des zweiten elektrischen Signals der zeitlich variablen Kapazitätsänderung des mindestens einen Kondensators entsprechend moduliert ist.

Um den Aufwand zur Synchrondemodulation im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen wesentlich zu senken, wird vorgeschlagen, daß das erste elektrische Signal ( $f_{HF}$ ) derart erzeugt wird, daß es eine zeitlich feststehende Phasenbeziehung zu der Eigenresonanzfrequenz ( $f_z$ ) des Drehratensensors (2) aufweist.

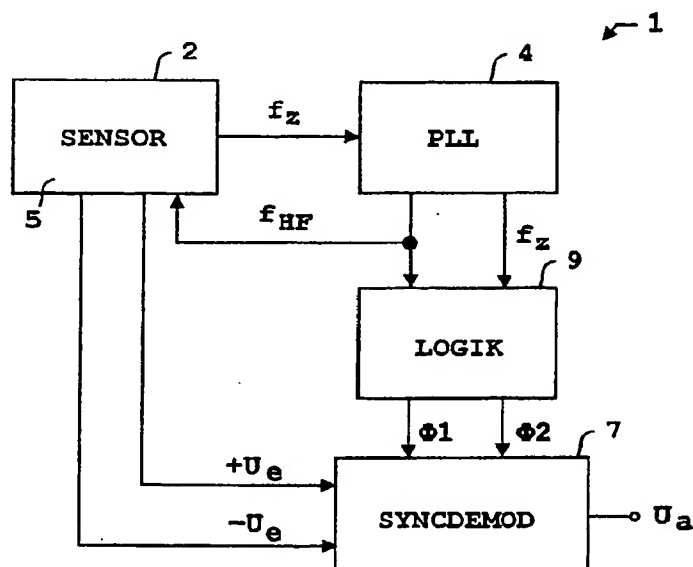


FIG. 1

## Beschreibung

### Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Synchrondemodulation mehrfach modulierter Signale nach dem Oberbegriff des jeweiligen unabhängigen Anspruchs.

[0002] Ein bekannter elektromechanischer Drehratensensor, wie beispielsweise ein mikromechanischer Drehratensensor, stellt ein Feder-Masse-System dar, bei dem der Coriolis-Effekt zur Messung der Drehrate des Sensors benutzt wird. Bei einer Drehung des Sensors bzw. Systems werden die Massen des Systems ausgelenkt und die Auslenkung kapazitiv zur Bestimmung der Drehrate ermittelt. Beim Betrieb des Drehratensensors oszilliert das Feder-Masse-System des Drehratensensors mit seiner Eigenresonanzfrequenz  $f_z$ . Ohne die Einwirkung einer äußeren Drehrate ändert sich die Kapazität von in dem Drehratensensor vorgesehenen, sogenannten Sensierkapazitäten nicht. Wird das Feder-Masse-System bei einer Drehung des Sensors sogenannt "out of plane" ausgelenkt, ändert sich die Kapazität mit der Eigenresonanzfrequenz  $f_z$ . Die Amplitude dieser Schwingung ist ein Maß für die auf den Drehratensensor aktuell einwirkende äußere Drehrate. In bekannter Weise wird die Auslenkung des Feder-Masse-Systems bei seiner Drehung aufgrund des Coriolis-Effekts über eine damit einhergehende Kapazitätsänderung von im Drehratensensor vorgesehenen Kapazitäten durch eine Kapazitäts-Spannungs-Wandlung bzw. C/U-Wandlung erfaßt.

[0003] Insbesondere aus Kostengründen, wird erfindungsgemäß ein Ladungsverstärker in sogenannter Switched-Capacitor-Technik als C/U-Wandler verwendet. Treten Kapazitätsänderungen infolge der Drehung des Sensors auf, so rufen diese Veränderungen der Spannungssprünge am Eingang dieses Ladungsverstärkers hervor. Das Ausgangssignal dieses Ladungsverstärkers  $U_{OUT}$  ist proportional zum Quotienten aus der Nutzkapazität  $C_{NUTZ}$  und der Rückkoppelkapazität  $C_{RK}$  des betreffenden Sensors, multipliziert mit der Amplitude des hochfrequenten Spannungssprungs  $U_{HF}$ , d. h.

$$U_{OUT} = (C_{NUTZ} / C_{RK}) * U_{HF}$$

[0004] Damit die Signalverarbeitung des Ausgangssignals dieses Ladungsverstärkers  $U_{OUT}$  in Phase mit der Eigenresonanzfrequenz  $f_z$  des Feder-Masse-Systems erfolgen kann, wird eine Phasenregelschleife bzw. PLL (Phase-Locked-Loop) verwendet, die sich auf die Eigenresonanzfrequenz  $f_z$  des Feder-Masse-Systems synchronisiert. Die Abtastfrequenz zur Auswertung von Kapazitätsänderungen mittels der Switched-Capacitor-Technik wird mit  $f_a$  und die Modulationsfrequenz bzw. die Frequenz des hochfrequenten Span-

nungssprungs  $U_{HF}$  wird mit  $f_{HF}$  bezeichnet.

[0005] Um einen größeren Signal-Rauschabstand zu erreichen, als es im Basisband möglich wäre, werden die Spannungssprünge, die durch die Kapazitätsänderungen hervorgerufen werden, in bekannter Weise in ihrem Vorzeichen alterniert. Dadurch wird das Basisband auf die halbe Abtastfrequenz  $f_a$  transformiert, d. h. auf die Frequenz  $f_{HF}$  des Spannungssprungs  $U_{HF}$ ; demnach ist  $f_{HF} = f_a/2$ . Bei herkömmlichen Auswertungsvorrichtungen wird die Eigenresonanzfrequenz  $f_z$  des Drehratensensors als Zwischenfrequenz verwendet. In einem ersten Demodulationsschritt der Synchrondemodulation wird das Rohsignal mit der Frequenz  $f_{HF}$  des Spannungssprungs  $U_{HF}$  multipliziert. In einem zweiten Demodulationsschritt der Synchrondemodulation wird dann das Drehratensignal des Drehratensensors in bekannter Weise ins Basisband gefaltet. In einem anschließenden Filterschritt werden die hochfrequenten Faltungsprodukte unterdrückt und das Ausgangssignal des Filterschritts bzw. einer entsprechenden Filterstufe auf die gewünschte Bandbreite begrenzt.

### Vorteile der Erfindung

[0006] Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, das hochfrequente Signal mit der Frequenz  $f_{HF}$ , das zur Auswertung der Kapazitätsänderung durch den Coriolis-Effekt bei der Drehung des Drehratensensors dient, mit Hilfe einer PLL als ein Vielfaches des Signals der Eigenresonanzfrequenz  $f_z$  des Feder-Masse-Systems des Drehratensensors auszuführen. Hierdurch wird eine feste Abhängigkeit der Phasenlage der Signale mit den Frequenzen  $f_{HF}$  und  $f_z$  erreicht. Durch eine erfindungsgemäße, logische Verknüpfung dieser zwei Signale werden Signale zur Steuerung eines Synchrondemodulators generiert. Dies erfolgt mit der in Fig. 1 dargestellten, erfindungsgemäßen Schaltung. Diese erzeugt eine phasenrichtige Multiplikation der zwei Frequenzen  $f_{HF}$  und  $f_z$  und bewirkt eine Synchrondemodulation, die das zu erfassende Drehratensignal bzw. Drehratensignal des Drehratensensors in das Basisband transformiert.

[0007] Zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind nur noch die folgenden Bauelemente erforderlich: ein Drehratensensor, eine PLL, eine Logikschaltung und ein Synchrondemodulator, wie in Fig. 1 dargestellt. Nach dem Stand der Technik sind hingegen mehrere Demodulationsstufen mit Mischern, Filtern und ggf. auch Zwischenverstärkern erforderlich. Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen läßt sich der Aufwand zur Synchrondemodulation im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen nahezu halbieren, was nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels detailliert erläutert wird.

### Zeichnungen

[0008] Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert.

rungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 das Blockschaltbild wichtiger Komponenten einer erfindungsgemäßen Synchrondemodulationsvorrichtung zur Demodulation der von einem bekannten Drehratensensor abgegebenen mehrfach modulierten Signale;
- Fig. 2 den Synchrondemodulator der in Fig. 1 dargestellten Synchrondemodulationsvorrichtung;
- Fig. 3 ein Eingangssignal  $+U_e$  des Synchrondemodulators der Fig. 2;
- Fig. 4 das invertierte Eingangssignal  $-U_e$  der Fig. 3 des Synchrondemodulators der Fig. 2;
- Fig. 5 ein erstes Steuersignal  $\Phi 1$  zum Ein- oder Ausschalten von zwei ersten Schaltern des Synchrondemodulators der Fig. 2;
- Fig. 6 ein zweites Steuersignal  $\Phi 2$  zum ein- oder ausschalten von zwei zweiten Schaltern des Synchrondemodulators der Fig. 2; und
- Fig. 7 das Ausgangssignal  $U_a$  des Synchrondemodulators der Fig. 2.

**[0009]** In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Synchrondemodulationsvorrichtung 1 zur Bestimmung der äußeren Drehrate eines bekannten Sensors bzw. Drehratensensors 2 auf der Basis der vom Sensor abgegebenen mehrfach modulierten Signale in Form eines Blockschaltbilds dargestellt. Der Übersichtlichkeit halber zeigt das Blockschaltbild lediglich die wichtigsten zur Erläuterung der Erfindung notwendigen Komponenten der Vorrichtung 1.

**[0010]** Das Feder-Masse-System des Drehratensensors 2 oszilliert mit seiner Eigenresonanzfrequenz aufgrund eines dem Drehratensensor 2 zugeführten Signals. Wird das Feder-Masse-System bzw. der Drehratensensor 2 infolge einer Drehung des Drehratensensors 2 ausgelenkt, so wird dies von in dem Drehratensensor 2 vorgesehenen, sogenannten Sensierkapazitäten (nicht dargestellt) erfaßt. Das von den Kapazitäten abgegebene Signal der Eigenresonanzfrequenz  $f_z$  wird in seiner Amplitude moduliert. Die Amplitudenmodulation ist ein Maß für die auf den Drehratensensor 2 einwirkende äußere Drehrate bzw. für den auf das Feder-Masse-System einwirkenden Coriolis-Effekt infolge einer Drehung des Feder-Masse-Systems und einer damit einhergehenden, sogenannten "out of plane"-Auslenkung des Feder-Masse-Systems. Aus dem Antriebskreis (nicht dargestellt) des Drehratensensors 2 wird einer Phasenregelschleife bzw. PLL 4 ein Signal mit der Eigenresonanzfrequenz  $f_z$  zugeführt. Die PLL 4 synchronisiert sich auf die Eigenresonanzfrequenz  $f_z$  und erzeugt ein Modulationssignal mit der Frequenz  $f_{HF}$ . Die

Frequenz  $f_{HF}$  ist ein Vielfaches der Eigenresonanzfrequenz  $f_z$ , wie insbesondere ein ganzzahliges Vielfaches. Im Sensor 2 wird das mit der Eigenresonanzfrequenz  $f_z$  modulierte Drehratensignal mit der Modulationsfrequenz  $f_{HF}$  moduliert. Dieses zweifach modulierte Signal gibt die Kapazitätsänderungen infolge der Einwirkung einer äußeren Drehrate auf den Drehratensensor 2 wieder.

**[0011]** Das zweifach modulierte Signal wird von einem nicht explizit dargestellten C/U-Wandler 5 in Form eines Ladungsverstärkers in Switched-Capacitor-Technik in zueinander inverse Spannungssignale  $+U_e$  und  $-U_e$  umgewandelt (vgl. Figuren 3 und 4). Dadurch wird das zweifach modulierte Signal mit einer Abtastfrequenz  $f_a$  abgetastet, die doppelt so hoch wie die Modulations- bzw. Trägerfrequenz  $f_{HF}$  ist. Dies geschieht, um einen größeren Signal/Rauschabstand zu erreichen, als es im Basisband möglich wäre.

**[0012]** Die zueinander inversen Signale  $+U_e$  und  $-U_e$  liegen zeitdiskret am Eingang des Synchrondemodulators 7 an, wie aus den Figuren 1, 3 und 4 ersichtlich. Der Übersichtlichkeit halber ist in den Figuren 3 und 4 die Frequenz  $f_{HF}$  des von der PLL bereitgestellten Modulations- bzw. Trägersignals lediglich als Vierfaches der Eigenresonanzfrequenz  $f_z$  des Sensors gewählt. Man erkennt in den Figuren 3 und 4 das mit der Eigenresonanzfrequenz des Sensors modulierte Drehratensignal als Einhüllende der Pulse. Deren Amplitude ist proportional zu der jeweils aktuellen äußeren Drehrate.

**[0013]** Die PLL 4 führt der Logikschaltung 9 die Modulationsfrequenz  $f_{HF}$  und die von den Kapazitäten des Drehratensensors 2 abgegriffene amplitudenmodulierte Eigenresonanzfrequenz  $f_z$  zu. Die Logikschaltung 9 generiert in einer für den Fachmann leicht realisierbaren Weise die in den Figuren 5 und 6 dargestellten Steuersignale  $\Phi 1$  und  $\Phi 2$ . Aus einem Vergleich der Figuren 4 und 5 ist ersichtlich, daß das Steuersignal  $\Phi 1$  stets dann ein hohes Spannungsniveau aufweist, d.h. ein Einschaltssignal für einen der nachfolgend beschriebenen elektronischen Schalter, wenn das Spannungssignal  $-U_e$  einen positiven Wert annimmt. Ferner ist aus einem Vergleich der Figuren 3 und 6 ersichtlich, daß das Steuersignal  $\Phi 2$  stets dann auf einem hohen Spannungsniveau ist, d.h. ein Einschaltssignal für einen elektronischen Schalter, wenn das Spannungssignal  $+U_e$  einen positiven Wert annimmt. Ein Null-Niveau der Steuersignale  $\Phi 1$  und  $\Phi 2$  stellt ein Ausschaltssignal für die nachfolgend beschriebenen elektronischen Schalter dar.

**[0014]** Fig. 2 zeigt den Synchrondemodulator 7 der Fig. 1 in detaillierterer Darstellung. Der Synchrondemodulator 7 weist die elektronischen Schalter 11, 12, 13 und 14 sowie einen Summierer 15 auf. Der mit dem Spannungssignal  $+U_e$  beaufschlagte Eingang des Synchrondemodulators 7 ist jeweils mit dem Eingang der Schalter 11 und 13 verbunden. Der mit dem zu dem Spannungssignal  $+U_e$  inversen Spannungssignal  $-U_e$  ist jeweils mit dem Eingang der Schalter 12 und 14 verbunden. Der Ausgang des Schalters 11 ist mit dem Aus-

gang des Schalters 14 und einem ersten Eingang des Summierers 15 verbunden. Der Ausgang des Schalters 13 ist mit dem Ausgang des Schalters 12 und dem zweiten Eingang des Summierers 15 verbunden. Die Schalter 11 und 12 werden von dem Steuersignal  $\Phi 1$  und die Schalter 13 und 14 von dem Steuersignal  $\Phi 2$  in der in den Figuren 5 und 6 gezeigten Weise geöffnet oder geschlossen.

**[0015]** Am Ausgang des Summierers 15 gibt der Synchrondemodulator 7 dann das in Fig. 7 dargestellte Ausgangssignal  $U_a$  ab. Eine anschließende Mittelwertbildung des Ausgangssignals  $U_a$  durch Tiefpaßfilterung (nicht dargestellt) führt direkt zu dem Drehratensignal im Basisband, das proportional zur Amplitude des zuvor mit  $f_{HF}$  und  $f_z$  modulierten Signals ist.

**[0016]** Grundvoraussetzung für die Funktion des beschriebenen, erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß die PLL 4 eine zeitlich feststehende Phasenbeziehung zwischen den Frequenzen  $f_z$  und  $f_{HF}$  einstellt.

**[0017]** Um mit Hilfe einer PLL ein Ausgangssignal der Frequenz  $f_{HF}$  mit der  $2^n$ -fachen Frequenz des Eingangssignals der Frequenz  $f_z$  zu generieren, wird ein spannungsgeregelter Oszillator bzw. VCO (Voltage Controlled Oscillator) verwendet, der auf der  $2^n$ -fachen Frequenz des Eingangssignals schwingt. Eine anschließende Frequenzteilung um den Faktor  $1/2^n$  ermöglicht es, das so entstandene Signal im herkömmlichen Sinne in der PLL weiter zu verarbeiten. Es gilt:  $n = 1, 2, 3$ , etc., vorzugsweise ist  $n$  mindestens 2.

**[0018]** So kann durch einen einzigen erfindungsgemäßen Synchrondemodulator 7 gemäß Fig. 2 bzw. durch das erfindungsgemäße Verfahren die Demodulation des zweifach modulierten Signals in einem Schritt direkt in das Basisband erfolgen.

Bezugszeichenliste:

#### [0019]

1	Synchrondemodulationsvorrichtung
2	Drehratensensor
$f_z$	Eigenresonanzfrequenz des Drehratensensors
4	Phasenregelschleife bzw. PLL
$f_a$	Abtastfrequenz des Drehratensignals
$f_{HF}$	Modulationsfrequenz
5	C/U-Wandler
$+U_e, -U_e$	Ausgangssignal des C/U-Wandlers
7	Synchrondemodulator
9	Logikschaltung
$\Phi 1$	Steuersignal
$\Phi 2$	Steuersignal
11	Schalter
12	Schalter
13	Schalter
14	Schalter
15	Summierer
$U_a$	Ausgangssignal der Synchrondemodulation

onsvorrichtung

#### Patentansprüche

- Verfahren zur Synchrondemodulation des mehrfach modulierten Drehratensignals eines Drehratensensors (2), der ein Feder-Masse-System, das mit seiner Eigenresonanzfrequenz ( $f_z$ ) oszilliert, und mindestens einen Kondensator zur Ermittlung eines auf das Feder-Masse-System einwirkenden Coriolis-Effekts bzw. einer Drehrate aufweist, wobei die Drehrate mittels einer durch die Drehrate hervorgerufenen zeitlich variablen Kapazitätsänderung des mindestens einen Kondensators durch die mehrfache Demodulation eines mehrfach modulierten elektrischen Signals ermittelt wird, das ein zeitlich variables erstes elektrisches Signal ( $f_{HF}$ ) und ein diesem überlagertes zweites elektrisches Signal mit der Eigenresonanzfrequenz ( $f_z$ ) des Drehratensensors (2) aufweist, wobei die Amplitude des zweiten elektrischen Signals der zeitlich variablen Kapazitätsänderung des mindestens einen Kondensators entsprechend moduliert ist, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** das erste elektrische Signal ( $f_{HF}$ ) derart erzeugt wird, daß es eine zeitlich feststehende Phasenbeziehung zu der Eigenresonanzfrequenz ( $f_z$ ) des Drehratensensors (2) aufweist.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** das erste elektrische Signal ( $f_{HF}$ ) derart erzeugt wird, daß die Frequenz des ersten Signals der  $2^n$ -fachen Frequenz der Eigenresonanzfrequenz ( $f_z$ ) entspricht, wobei  $n = 1, 2, 3$  etc. ist.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** der mindestens eine Kondensator eine erste feststehende Kondensatorelektrode und eine zweite gegenüber der ersten Kondensatorelektrode infolge der Einwirkung der Drehrate bewegte Kondensatorelektrode aufweist, wodurch sich seine Kapazität ändert.
- Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** das mehrfach modulierte elektrische Signal einem Kapazitäts-Spannungswandler zugeführt wird, der aufgrund der durch die zeitlich variable Kapazität des mindestens einen Kondensators hervorgerufenen Amplitudenmodulation des zweiten elektrischen Signals ein zeitlich variables Spannungssignal abgibt.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **daß** der mindestens eine Kondensator zwei feststehende Kondensatorelektroden und eine infolge der Einwirkung der Drehrate bewegte Kondensatorelektrode aufweist und sich die

- bewegte Kondensatorelektrode auf die erste der zwei feststehenden Kondensatorelektroden zu und gleichzeitig von der zweiten feststehenden Kondensatorelektrode weg bewegt, wobei die bewegte Kondensatorelektrode zwei zeitlich variable und zueinander inverse Kapazitätsänderungen hervorruft
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zweite elektrische Signal, das dem ersten elektrischen Signal ( $f_{HF}$ ) überlagert ist, den zwei zeitlich variablen und zueinander inversen Kapazitätsänderungen entsprechend moduliert ist und das dementsprechend gebildete mehrfach modulierte elektrische Signal einem Kapazitäts-Spannungswandler (5) zugeführt wird, der zwei zueinander inverse, zeitlich variable Spannungssignale ( $+U_e$ ,  $-U_e$ ) abgibt.
  7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste der zwei zueinander inversen, zeitlich variablen Spannungssignale ( $+U_e$ ) dem ersten Eingang eines Summierers (15) von einem ersten Steuersignal ( $\Phi 1$ ) und das zweite der zueinander inversen, zeitlich variablen Spannungssignale ( $-U_e$ ) dem zweiten Eingang des Summierers (15) ebenfalls von dem ersten Steuersignal in einem ersten Schritt gesteuert zugeführt wird.
  8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste der zueinander inversen, zeitlich variablen Spannungssignale ( $+U_e$ ) dem zweiten Eingang des Summierers (15) von einem zweiten Steuersignal ( $\Phi 2$ ) und das zweite der zueinander inversen, zeitlich variablen Spannungssignale ( $-U_e$ ) dem ersten Eingang des Summierers (15) ebenfalls von dem zweiten Steuersignal in einem zweiten Schritt gesteuert zugeführt wird.
  9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste Steuersignal ( $\Phi 1$ ) während derjenigen Zeitdauer ein Einschaltsignal ist, während der das zweite der zueinander inversen, variablen Spannungssignale ( $-U_e$ ) einen positiven Spannungspuls aufweist.
  10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zweite Steuersignal ( $\Phi 2$ ) während derjenigen Zeitdauer ein Einschaltsignal ist, während der das erste der zueinander inversen, variablen Spannungssignale ( $+U_e$ ) einen positiven Spannungspuls aufweist.
  11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste Steuersignal ( $\Phi 1$ ) zwei erste elektronische Schalter (11, 12) und das zweite Steuersignal ( $\Phi 2$ ) zwei zweite elektronische Schalter (13, 14) öffnet oder schließt.
  12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste elektrische Signal ( $f_{HF}$ ) von einer PLL (4), die vorzugsweise einen spannungsgeregelten Oszillator bzw. VCO zur Erzeugung des ersten elektrischen Signals verwendet, auf der Basis der Eigenresonanzfrequenz ( $f_z$ ) des Drehratensensors (2) generiert wird.
  13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste und das zweite Steuersignal von einer Logikschaltung (9) erzeugt wird, der das erste elektrische Signal ( $f_{HF}$ ), das zweite elektrische Signal ( $f_z$ ) und die zwei zueinander inversen, zeitlich variablen Spannungssignale ( $+U_e$ ,  $-U_e$ ) zugeführt werden.
  14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Kapazitäts-Spannungswandler (5) durch einen Ladungsverstärker, insbesondere in Switched-Capacitor-Technik, gebildet wird.
  15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zwei Steuersignale ( $\Phi 1, \Phi 2$ ) und die zueinander inversen Spannungssignale ( $+U_e, -U_e$ ) einem Synchronmodulator (7) zugeführt werden, der vier von den Steuersignalen gesteuerte elektronische Schalter (11, 12, 13, 14) und einen Summierer (15) aufweist, wobei von dem Summierer ein die Drehrate des Drehratensensors (2) wiedergebendes Drehratensignal ( $U_a$ ) oder eine Vorstufe des Drehratensignals abgegeben wird.
  16. Vorrichtung zur Synchrondemodulation des mehrfach modulierten Drehratensignal eines Drehratensensors, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche modifiziert worden ist.
  17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **gekennzeichnet durch** einen Kapazitäts-Spannungswandler (5), insbesondere einen Ladungsverstärker in Switched-Capacitor-Technik, eine PLL (4), eine Logikschaltung (9) und einen Synchrondemodulator (7).

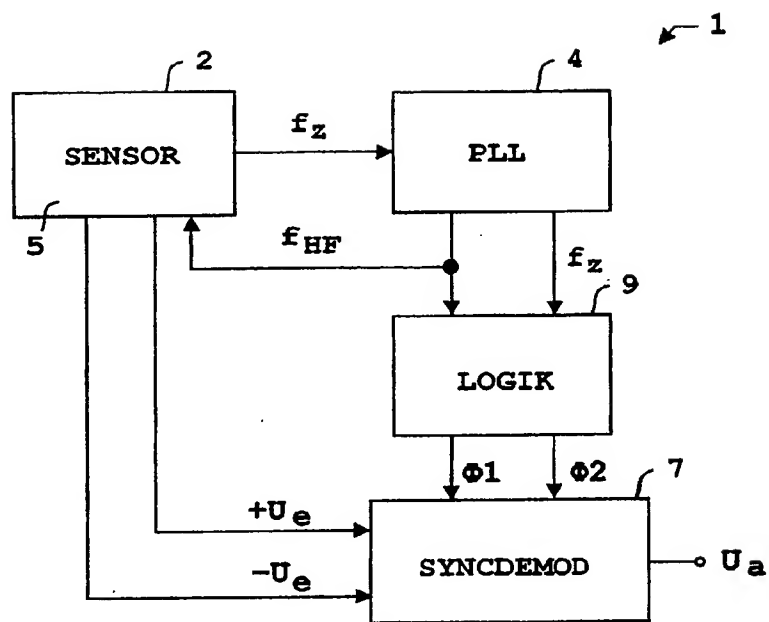


FIG. 1

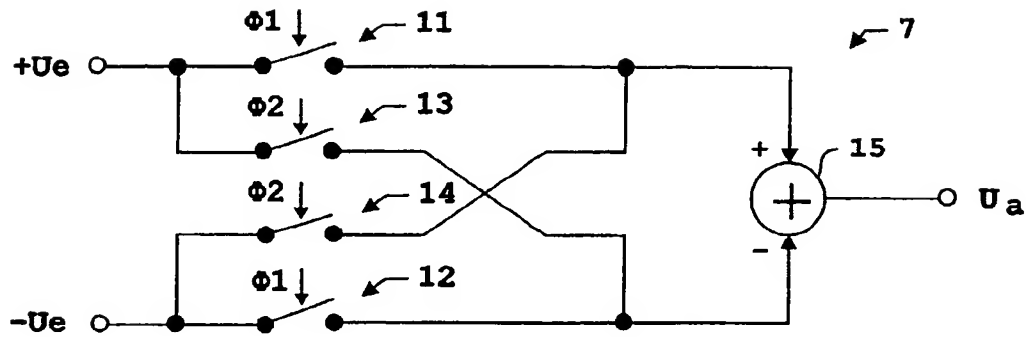


FIG. 2

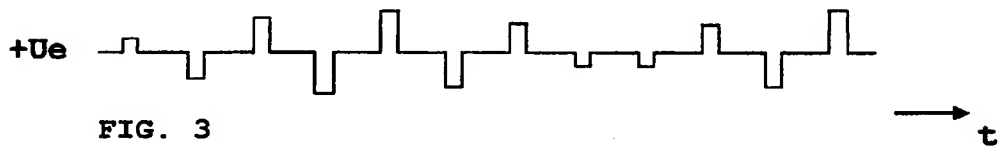


FIG. 3

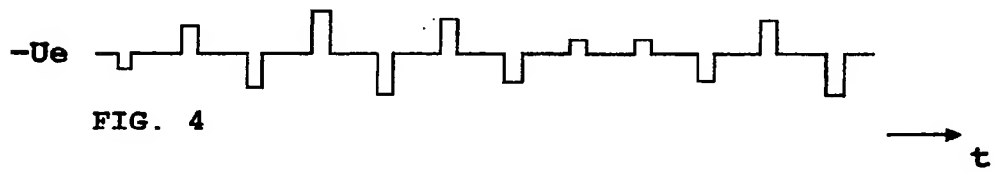


FIG. 4

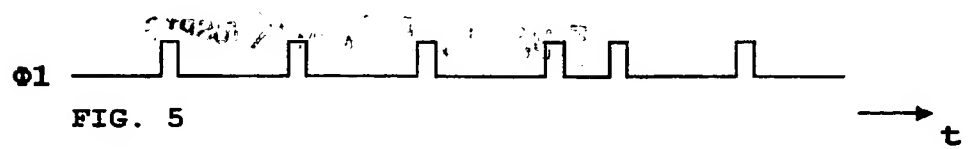


FIG. 5

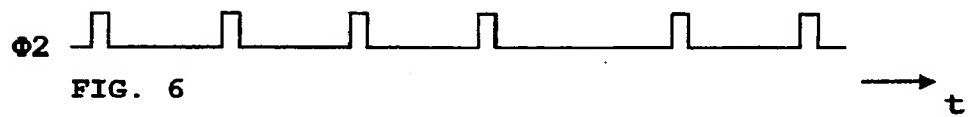


FIG. 6

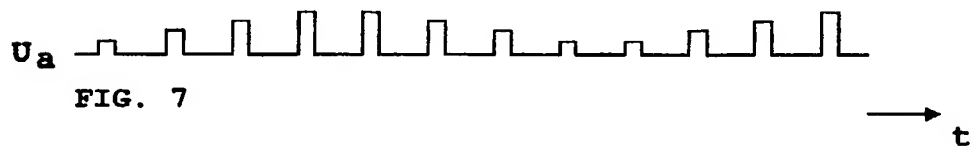


FIG. 7

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 233 249 A3**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(88) Veröffentlichungstag A3:  
02.06.2004 Patentblatt 2004/23

(51) Int Cl.7: **G01C 19/56, G01P 9/04**

(43) Veröffentlichungstag A2:  
21.08.2002 Patentblatt 2002/34

(21) Anmeldenummer: **01125719.3**

(22) Anmeldetag: **27.10.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstrecksstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Mohaupt, Jens**  
**72124 Pliezhausen (DE)**  
• **Bauer, Wolfram**  
**72074 Tübingen (DE)**

(30) Priorität: **17.02.2001 DE 10107547**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Synchrondemodulation mehrfach modulierter Signale**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Synchrondemodulation des mehrfach modulierten Drehratensignals eines Drehratensensors (2), der ein Feder-Masse-System, das mit seiner Eigenresonanzfrequenz ( $f_z$ ) oszilliert, und mindestens einen Kondensator zur Ermittlung eines auf das Feder-Masse-System einwirkenden Coriolis-Effekts bzw. einer Drehrate aufweist, wobei die Drehrate mittels einer durch die Drehrate hervorgerufenen zeitlich variablen Kapazitätsänderung des mindestens einen Kondensators durch die mehrfache Demodulation eines mehrfach modulierten elektrischen Signals ermittelt

wird, das ein zeitlich variables erstes elektrisches Signal ( $f_{HF}$ ) und ein diesem überlagertes zweites elektrisches Signal mit der Eigenresonanzfrequenz ( $f_z$ ) des Drehratensensors (2) aufweist, wobei die Amplitude des zweiten elektrischen Signals der zeitlich variablen Kapazitätsänderung des mindestens einen Kondensators entsprechend moduliert ist.

Um den Aufwand zur Synchrondemodulation im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen wesentlich zu senken, wird vorgeschlagen, daß das erste elektrische Signal ( $f_{HF}$ ) derart erzeugt wird, daß es eine zeitlich feststehende Phasenbeziehung zu der Eigenresonanzfrequenz ( $f_z$ ) des Drehratensensors (2) aufweist.

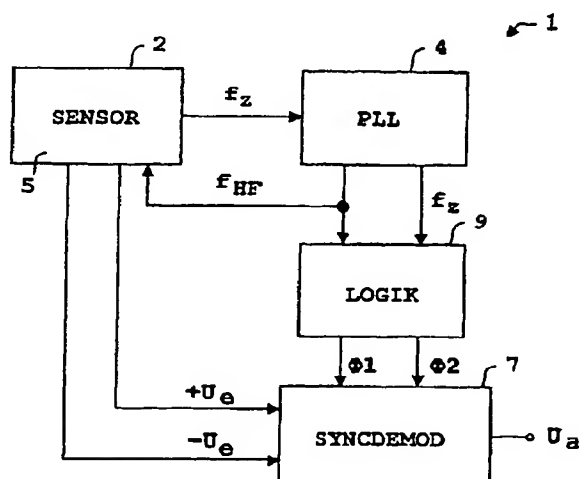


FIG. 1



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 01 12 5719

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 672 949 A (WARD PAUL) 30. September 1997 (1997-09-30) * Spalte 1, Zeile 15 - Zeile 24 * * Spalte 12, Zeile 44 - Zeile 51 * * Spalte 12, Zeile 65 - Spalte 13, Zeile 2 * * * Spalte 9, Zeile 20 - Zeile 30 * * Spalte 10, Zeile 48 - Zeile 55 * * Spalte 13, Zeile 42 - Zeile 50 * -----	1	G01C19/56 G01P9/04
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G01C G01P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>13. April 2004</b>	Prüfer <b>de Bakker, M</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 (03.02.92) (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 12 5719

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-04-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5672949 A	30-09-1997	US 5481914 A	09-01-1996
		US 5703292 A	30-12-1997
		US 5600064 A	04-02-1997
		US 5604309 A	18-02-1997
		US 5608351 A	04-03-1997

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**